

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Jogos matemáticos físicos e digitais para o ensino e a aprendizagem dos números racionais: pesquisa e desenvolvimento

Érica Santana Silveira **Nery**
Universidade Federal de Sergipe
Brasil

ericaassilveira@gmail.com

Cristiano Alberto **Muniz**
Universidade de Brasília
Brasil

cristianoamuniz@gmail.com

Regina da Silva Pina **Neves**
Universidade de Brasília
Brasil

reginapina@gmail.com

Maria Dalvirene **Braga**
Universidade de Brasília
Brasil

dalvirenebraga@gmail.com

Raimunda de **Oliveira**
Universidade de Brasília
Brasil

raioliveiramat@gmail.com

Resumo

O objetivo desta comunicação científica é descrever e refletir sobre o desenvolvimento de nove jogos matemáticos físicos e digitais, destinados ao ensino e à aprendizagem dos Números Racionais. A metodologia fundamenta-se na Engenharia Didática, compreendida como um esquema experimental que envolve quatro fases consecutivas, a saber: análise preliminar, concepção e análise a priori; experimentação e; como quarta fase, análise e avaliação a posteriori. Os jogos, destinam-se aos estudantes do 3º ao 7º ano do Ensino Fundamental e foram desenvolvidos em centros de formação de professores, divulgados em contextos de

formação continuada de professores de escolas públicas, bem como socializados com a comunidade por meio de uma plataforma digital e interativa. Tais recursos visam contribuir com os processos de aprendizagem dos Números Racionais, uma vez que este conteúdo tem se mostrado, nas avaliações em larga escala, como sendo um desafio para a educação brasileira.

Palavras-chave: Jogos digitais; Jogos físicos; Aprendizagem Ludomatemática; Números Racionais; Engenharia Didática.

Introdução

A construção do conceito de Número Racional revela-se como um desafio, sobretudo porque as aprendizagens realizadas na alfabetização matemática podem implicar em futuros dificultadores, uma vez que as lógicas conceituais e as novas representações se impõem ao processo de desenvolvimento e ampliação do conhecimento, requerendo rupturas no processo de conceitualização do número pela criança, direcionando-as para uma abstração crescente.

Diante disso, ensinar matemática deve ser assumido como a possibilidade de favorecer tais rupturas, por meio, por exemplo, dos jogos físicos e/ou digitais, apoiando a criança no avanço de suas construções conceituais. A ruptura implica, desejável e necessariamente, o engajamento do sujeito às experiências ofertadas, via recursos didáticos e/ou ludomatemáticos. Ademais, quando a criança, o adolescente e/ou o adulto, assumem a dimensão lúdica dos Jogos matemáticos físicos e digitais seu engajamento pode ser mais profundo e duradouro, permitindo maior chance de realização de aprendizagens significativas a partir da possibilidade de concepção de novos esquemas mentais que poderão ser transferidos para situações fora do jogo (Muniz, 2010).

Ao analisarmos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), entre o 3º e o 7º anos do Ensino Fundamental, observamos muitas habilidades que tratam da construção dos Números Racionais, tanto em sua forma decimal quanto em sua forma fracionária. Há um crescimento gradativo das habilidades em cada ano de escolaridade, assim como maior aprofundamento conceitual e procedimental, aspectos esses que podem contribuir para a construção do conceito de número racional e o desenvolvimento do pensamento matemático.

As habilidades ligadas ao objeto de conhecimento das frações apresentadas na BNCC (2018) trazem, predominantemente, uma visão da matemática pela matemática, sem apresentar uma articulação da aprendizagem da fração com contextos socioculturais que possam possibilitar ao aluno a produção de significado em sentido mais amplo, ligado, por exemplo, à prática em contextos cotidianos.

Acreditamos que as habilidades que tratam dos Números Racionais em sua representação decimal, além de permitir uma visão de expansão do Sistema de Numeração Decimal, amplia as estruturas e propriedades numéricas do campo dos números Naturais. É possível inferirmos que, em grande parte, as habilidades com os números decimais remetem aos contextos de grandezas e medidas, permitindo, uma vinculação da aprendizagem dos decimais ao letramento, com contextos de cidadania e ação sobre o mundo sociocultural. Destarte, constatamos o quanto à aprendizagem de Números Racionais se mostra tão importante e, ao mesmo tempo, tão

desafiante. Por estes motivos desenvolvemos o presente estudo, tendo por objetivo descrever e refletir sobre o desenvolvimento de nove jogos matemáticos físicos e digitais, destinados ao ensino e à aprendizagem dos Números Racionais.

Os jogos como recursos para aprendizagem dos números racionais

Aprender Matemática implica em o sujeito ser capaz de compreender, explicar e esclarecer ao outro utilizando diferentes maneiras e possibilidades que articulam os conhecimentos matemáticos, contribuindo assim, com o desenvolvimento da aprendizagem em uma dimensão individual e social, pois na medida em que se aprende, se ensina ao outro (Freire, 2014), transformando-se assim, o conhecimento adquirido em um conhecimento articulado com outros saberes.

Perante isto, os jogos podem vir a contribuir com essa disseminação de saberes, na medida em que os compreendemos conforme Muniz (2010) “[...] como um dos instrumentos socioculturais de difusão e de validação de saberes matemáticos” (p. 62). Assim, os jogos matemáticos devem ter como atividades: a resolução de problemas e a construção de uma teoria (Muniz, 2010). Portanto, fomentam a aprendizagem de noções e conceitos matemáticos em cada sujeito e propiciam a formação de novos esquemas mentais.

Podemos afirmar que nas propostas de atividades lúdicas envolvendo números decimais, muitos dos jogos, já existentes, remetem a contextos que envolvem: valores monetários e realização de medidas com produção de registros; jogos em que se ganha ou se perde pontos, em números decimais ou que envolvem a compra e venda utilizando cédulas e moedas, para situações que se reportam a adição e subtração; no que se referem às porcentagens, dentre outras muitas possibilidades.

Já nas propostas de atividades lúdicas envolvendo números fracionários, os jogos mobilizam muitas das habilidades atreladas ao conceito, representação, equivalência, extração do inteiro em fração imprópria; a articulação representacional entre a fração e o número decimal e a reta numérica, ou ainda, a possibilidade de tratar de instrumento de medida com reta numérica e explorar a relação entre fração e decimal.

Diante disso, explicitaremos na próxima seção, a metodologia de desenvolvimento desta pesquisa, buscando aproximar o leitor do processo de planejamento, desenvolvimento e validação de jogos construídos de maneira física e digital. Ressaltamos ainda, que os jogos físicos são disponibilizados como encartes digitais que podem ser impressos, construídos e utilizados tanto nos contextos escolares quanto sociais.

Metodologia de desenvolvimento e de pesquisa

Assim, o presente estudo sobre o processo de desenvolvimento de jogos matemáticos físicos e digitais, bem como a elaboração de nove jogos educativos disponibilizados em uma plataforma interativa gratuita, destinados à aprendizagem dos Números Racionais enquanto recursos ludopedagógicos, junto a estudantes do 3º ao 7º ano do Ensino Fundamental,

fundamentou-se na Engenharia Didática, a qual permite investigar as realizações didáticas, ou seções de ensino que são desenvolvidas em sala de aula (Almouloud, 2007).

A Engenharia Didática caracteriza-se como sendo um esquema experimental com quatro fundamentos básicos nas realizações didáticas desenvolvidas em sala de aula. O primeiro considera as concepções tanto do professor quanto do aluno e, nesse caso, o aluno enquanto primeiro protagonista dos processos de aprendizagem matemática e o professor, o organizador do ambiente, fornecedor de recursos pedagógicos, promotor das mediações e intervenções pedagógicas, assim como o responsável pela institucionalização dos conhecimentos mobilizados e localmente validados. O segundo fundamento é a realização, isto é, a execução do processo didático; o terceiro a observação, do professor/pesquisador sobre o objeto de estudo e, por fim, a análise da Sequência Didática (Artigue, 1995). A Sequência Didática que compõe o presente estudo é composta por jogos matemáticos físicos e/ou digitais, que permitem a construção de conceitos associados aos Números Racionais.

Destacamos que a Engenharia Didática, de acordo com Artigue (1995), envolve quatro fases consecutivas, a saber: 1) análise preliminar, a qual contempla um estudo epistemológico dos objetos de conhecimentos a serem mobilizados na sequência; 2) concepção e análise a priori da engenharia da situação didática; 3) experimentação e; 4) análise e avaliação a posteriori. No decorrer do processo de construção dos jogos físicos e digitais, foram vivenciadas todas as fases da Engenharia Didática de maneira cíclica (Figura 1), as quais ocorreram tanto internamente, no grupo de pesquisa, quanto externamente nos momentos de formação de professores e de validações que foram realizadas juntos aos estudantes, público-alvo do nosso estudo.

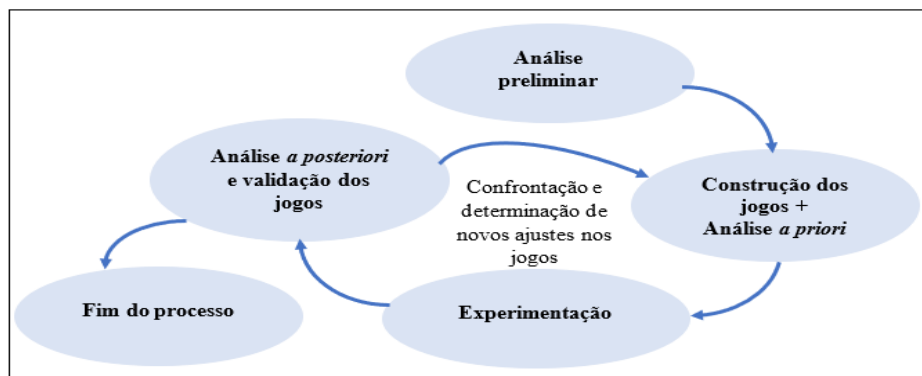


Figura 1. Engenharia Didática de construção dos jogos (Nossa produção, 2022).

Destacamos que a análise preliminar envolveu o estudo e levantamento sobre o objeto Matemático a ser trabalhado nos jogos, isto é, realizamos um estudo profundo dos Números Racionais e dos seus obstáculos didáticos e epistemológicos.

Na análise *a priori* dos jogos físicos, consideramos os elementos e recursos que seriam contemplados no jogo, isto é, objetos, cenários e personagens, além da definição da jogabilidade, momento em que foi demarcada a ilustração e foi feita a seleção dos objetos e materiais utilizados, criação dos *layouts*, impressão e construção dos jogos. Já a análise *a priori* dos jogos digitais, envolveu a criação do roteiro da história, a pesquisa de referências, a concepção dos elementos e recursos (objetos, cenários, personagens, sons), a definição da

jogabilidade/mecânicas do jogo e a definição da engine de construção do jogo; desenvolvimento, no qual foram realizadas as ilustrações e/ou seleção dos personagens, objetos e cenários, além da criação dos *sprites* de animação, criação ou seleção dos recursos sonoros (diálogos, efeitos internos e externos, locuções, trilha sonora) e a programação e testagem para desktop e celular. No decorrer das construções dos jogos, vivenciamos a experimentação interna no grupo de pesquisa do projeto intitulado “Plataforma Interativa de Jogos Matemáticos”, somente após esse momento, realizamos experimentações externas, com professores e estudantes do 3º aos 7º anos do Ensino Fundamental.

Ressaltamos que tanto os jogos físicos quanto digitais foram disponibilizados em uma plataforma interativa em sítio eletrônico, cujos objetivos principais são de: abrigar os jogos digitais (versão para desktop) e físicos (versão para impressão) produzidos no projeto; promover um ambiente de interação entre estudantes, educadores e outros interessados nos jogos; prover informações acerca do projeto.

Os espaços formativos criados nas vivências dos jogos físicos e digitais

Iniciamos o processo de validação dos jogos de maneira interna, isto é, junto aos pares (equipe multidisciplinar) do grupo de estudos e, na continuidade realizamos experimentações junto a estudantes da pós-graduação (mestrado profissional em rede) e professores da Educação Básica, buscando olhares mais aguçado do adulto que pensa o jogo, das dimensões lúdicas e matemáticas, a fim de que, ao chegar o momento de validar com crianças e adolescentes, os jogos estivessem mais instigantes e sem problemas de ordem conceitual e procedimental, visto que o caráter lúdico dado a partir da vivência de cada um dos partícipes da pesquisa.

Na primeira fase do projeto “Plataforma Interativa de Jogos Matemáticos”, além do desenvolvimento de uma plataforma interativa cuja função é ancorar os jogos desenvolvidos internamente e/ou submetidos por professores da Educação Básica e Licenciandos de Pedagogia e Matemática, realizamos a construção dos nove jogos. Ressaltamos que na plataforma os jogos físicos são apresentados para serem impressos e montados por professores, pais, crianças e adolescentes, interessados no jogo, além disso, disponibilizamos orientações didáticas que poderão auxiliar na vivência pedagógica do jogo. Já os três jogos digitais, que estão em fase de programação, são concebidos para utilização tanto em computadores quanto smartphones.

O primeiro jogo físico a ser descrito denomina-se “Comprando Pizza” e permite trabalhar no contexto fracionário a relação parte-todo, equivalência de frações e adições de quantidades fracionárias com denominadores iguais ou diferentes, mas com relação de multiplicidade evidente. Tem por objetivo pedagógico compor duas unidades adicionando partes fracionárias, assim como, compreender os números fracionários como quantidades de um todo.

Um jogo que pode ser utilizado na sequência do jogo “Comprando Pizza” é o jogo denominado “Junta Um”, cujo conteúdo matemático compreende os significados de dobro, metade, triplo e terça parte, quarta parte, quinta parte e décima parte, além da comparação e ordenação de Números Racionais na representação decimal e na fracionária, utilizando a noção de equivalência (BNCC, 2018).

Outro jogo que permite trabalhar com os significados das frações unitárias mais usuais ($1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/10$ e $1/100$), é o “Jogo da Memória” que, além de trabalhar com tais significados, permite realizar comparação e ordenação de Números Racionais na representação decimal e na fracionária utilizando a noção de equivalência, além da possibilidade de compreender as operações de adição e subtração de números em sua forma fracionária.

Ainda no contexto dos jogos que permitem trabalhar com a comparação de frações na representação fracionária; frações maiores e frações menores que o inteiro; equivalência de frações, construção das ideias de numerador e denominador; todos esses assuntos atrelados a medidas de comprimento, foi construído o jogo denominado “Corrida das Frações”. Neste mesmo contexto, o jogo denominado “Conecta Fração” tem o intuito de validar saberes já consolidados e trabalhar com o significado de fração (parte/todo) e equivalência. Este, foi construído a partir do jogo “Three-in-a-Row” (Barson, 1992, p. 34-35).

Além disso, o jogo “Fração de quantidade” permite construir os procedimentos de determinação de uma fração de uma quantidade dada, possibilitando o trabalho com fração própria e imprópria de quantidade. Tais aspectos, vão ao encontro, do desenvolvimento das habilidades de reconhecer as frações unitárias mais usuais, como unidades de medida menores que a unidade; identificar frações maiores e menores que a unidade e compreender as noções de múltiplo e divisor; além de comparar e ordenar frações relacionadas às ideias de partes de um inteiro; razão e divisão (Brasil, 2018).

Os jogos digitais, apesar de optarmos por apresentá-los neste estudo separado dos jogos físicos, estes integrarão partes das sequências didáticas apresentadas na plataforma digital. O primeiro jogo digital denomina-se “Snake das Frações”, permite trabalhar com os fracionários e sua representação, além da comparação de frações; equivalência de fração; complemento entre frações; adição e subtração entre frações com denominadores $1/2$, $1/4$ e $1/8$. Outro jogo que está em fase de desenvolvimento é o “Match das Frações”, visando a compreensão do conceito e da representação da fração; comparação de fração; complemento de uma fração dada para formação do inteiro e as noções de adição e subtração de frações.

O terceiro e último jogo digital, coaduna com o jogo físico “Corrida das Frações”, denomina-se “Jogo do Cerrado”, no qual são tratados conteúdos relacionados às frações unitárias mais usuais e a comparação de frações na representação fracionária; frações maiores e frações menores que o inteiro; comparação de frações; equivalência de frações; construção das ideias de numerador e denominador; além das medidas de comprimento: estimativas, utilização de instrumentos de medida e de unidades de medida não convencionais e convencionais.

Considerações finais

Os jogos descritos possuem o intuito comum de estimular o gosto dos alunos pela matemática, justamente nos conteúdos que tradicionalmente podem impor obstáculos didáticos para uma vivência lúdica e a superação de dificuldades que possam existir em diferentes aspectos, a saber: quanto à estrutura lúdica; a apresentação de regras cada vez mais complexa; quanto ao conhecimento matemático, de forma a fazer evoluir os conceitos e procedimentos a cada nível, tendo em vista que a medida que se avança no jogo uma nova classe de frações é

inserida. O princípio primordial de todos os jogos é a permissibilidade da entrada livre do jogador em qualquer nível do jogo, mas o programa oferecerá orientações de sequências didáticas de forma a melhor explorar as potencialidades dos recursos para determinadas aprendizagens matemáticas, indicando quando um jogo permite a aprendizagem associada à um objeto de conhecimento que um segundo jogo vai requerer.

Assim, no contexto de sala de aula, o professor poderá definir para um aluno ou grupo de alunos uma sequência didática conforme os objetivos pedagógicos, isso poderá permitir a realização de articulações pedagógicas lógicas e contribuir para que os alunos possam vivenciar e autoavaliar as suas aprendizagens em diferentes níveis e/ou jogos.

Vale enfatizar que o presente projeto encontra-se em desenvolvimento, tendo como primeiro objeto de conhecimento os Números Racionais, mas que vem sendo ampliado e almeja o desdobramento de novas sequências didáticas com jogos para o estudo de outros objetos do campo Matemático, tendo sempre o intuito de elaborar, propor e disponibilizar em uma plataforma digital interativa atividades ludomatemáticas, que possam, por um lado, desafiar crianças, adolescentes e adultos e, por outro lado estimulá-los a vivenciarem os jogos, de forma a pôr em movimento cognitivo os conhecimentos conceituais e procedimentais associados à Matemática, que estão presentes nos referenciais curriculares nacionais e internacionais.

Referências e bibliografia

Almouloud, S. A. (2007). *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: UFPR.

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En ARTIGUE, M. et al. (Eds.), *Ingeniería didáctica em Educación Matemática: Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. (pp. 33-59). Grupo Editorial Iberoamérica.

Barson, A. (1992). *Mathematics Games: for Fun and Practice*. Addison Wesley.

Base Nacional Comum Curricular (2018, 06 de março). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: a educação é a base*.
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Freire, P. (2014). *Pedagogia da Autonomia*. Saberes Necessários à Prática Educativa (48a. ed). Paz e Terra.

Muniz, C. A. (2010). *Brincar e jogar: enlances teóricos e metodológicos no campo da educação matemática*. Autêntica.